

Linsenbearbeitungsmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Bearbeitungsmaschine für Linsen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie auf ein Verfahren zum Bedienen der Bearbeitungsmaschine. Hierbei handelt es sich um eine Bearbeitungsmaschine für optische Linsen mit einem ersten als Transportaufnahme ausgebildeten Werkstückantrieb mit einer ein Spannfutter aufweisenden Werkstückspindel, einem als Werkstückwender ausgebildeten Werkstückwechsler zum Werkstück austausch zwischen dem Werkstückantrieb und einem Werkstückvorrat sowie einer Bearbeitungsstation zum Bearbeiten eines Werkstücks, wobei die Werkstückspindel des Werkstückantriebs um eine Rotationsachse c1 rotierbar ist und der Werkstückantrieb um eine rechtwinklig zur Rotationsachse c1 angeordnete erste Schwenkachse b1 schwenkbar ist und der Werkstückantrieb um eine rechtwinklig zur ersten Schwenkachse b1 angeordnete Drehachse k drehbar ist.

Es ist bereits eine Linsenbearbeitungsmaschine aus der DE 102 48 104 A1 bekannt. Diese Linsenbearbeitungsmaschine weist dabei einen Tisch mit mindestens zwei Arbeits- bzw. Werkzeugstationen auf, die über eine an einem Roboterarm angeordnete Werkstückspindel angefahren werden. Die Werkstückspindel des Roboterarms weist dabei sowohl eine Linsenaufnahme als auch eine Werkzeuggreifvorrichtung auf. Der hier zum Einsatz kommende Roboter bzw. Roboterarm ist zum einen sehr teuer und gewährleistet zum anderen, abhängig von seinem Aktionsradius, eine begrenzte Polier- bzw. Bearbeitungskraft.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bearbeitungsmaschine für Linsen derart auszubilden und anzuordnen, dass eine schnelle und effiziente Bearbeitung des Werkstücks gewährleistet ist.

Gelöst wird die Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Bearbeitungsmaschine für Linsen erfindungsgemäß dadurch, dass mindestens ein zweiter Werkstückantrieb vorgesehen ist und der zweite Werkstückantrieb jeweils eine um eine Rotationsachse c_1 , c_2 drehbare Spindel aufweist, wobei beide Werkstückantriebe um eine rechtwinklig zur jeweiligen Rotationsachse c_1 , c_2 angeordnete erste Schwenkachse b_1 , b_2 schwenkbar sind und beide Werkstückantriebe jeweils in Richtung einer rechtwinklig zur ersten Schwenkachse b_1 , b_2 angeordneten, translatorischen Verschiebeachse x_1 , x_2 verschiebbar und translatorisch angetrieben sind, wobei beide Werkstückantriebe gemeinsam um die Drehachse k drehbar sind.

Hierdurch wird erreicht, dass unter Ausnutzung der vorgenannten Achsen in Zusammenhang mit den für die Achsen einsetzbaren Antrieben wie Kugelrollspindel-Antriebe zum einen die erforderliche Bewegungsvielfalt der Werkstückantriebe und zum anderen die gewünschte Bearbeitungskraft der Werkstückantriebe gewährleistet ist. Daneben ist ein einfacher paralleler Einsatz eines zweiten Werkstückantriebs möglich, sodass die Bearbeitungszeit für ein Linsenpaar in etwa im Bereich der Bearbeitungszeit einer Linse unter Einsatz eines Roboterarms ist. Hierbei ist zu beachten, dass Linsen im Wesentlichen paarweise gefertigt werden, sodass aufgrund des Einsatzes von zwei Werkstückantrieben und zwei Bearbeitungsstationen die Logistik, also der An- und Abtransport der Linsen sowie der Bearbeitungszyklus bezüglich der Linsen erheblich vereinfacht wird. Die beiden Werkstückantriebe besitzen dabei jeweils eine Spindel-Rotations-Achse c_1 ,

c2, die insoweit eine gesteuerte Rotation der Werkstücke gewährleistet. Die jeweilige Spindel bzw. der jeweilige Werkzeugantrieb kann dabei um die erste Schwenkachse b1, b2 in einer Pendelbewegung verschwenkt werden. Diese Pendelbewegung wird dabei durch einen Schwenkmotor gewährleistet. Der Schwenkmotor ist zusammen mit dem jeweiligen Werkstückantrieb auf einem Translationsschlitten translatorisch verfahrbar angeordnet. Der Translationsschlitten bewegt sich dabei in Richtung der Translationsachse und wird für jeden Werkstückantrieb bzw. jeden Schwenkmotor getrennt angesteuert und angetrieben. Die beiden so gebildeten Werkstückantriebe inklusive der Schwenkmotoren und der Translationsschlitten sind gemeinsam auf einer als Schwenkplatte ausgebildeten Schwenkeinheit angeordnet und werden über diese Schwenkplatte um die Drehachse k verschwenkt und wahlweise in paralleler Richtung einer Hubachse w angehoben bzw. abgesenkt. Vorzugsweise sind die Lage und die Ausrichtung der Hubachse w und der Drehachse k identisch. Die Verschwenkbewegung um die Drehachse k dient der horizontalen Positionierung der beiden Werkstückantriebe im Bereich einer Bearbeitungsstation einerseits und im Bereich eines Werkstückwechslers bzw. Werkstückvorrats oder einer Waschstation andererseits. Die Hub- und Senkbewegung in Richtung der Hubachse w dient einer vertikalen Positionierung im Bereich der Waschstation bzw. des Werkstückwechslers und im Bereich der Bearbeitungsstation.

Eine zusätzliche Möglichkeit ist gemäß einer Weiterbildung, dass die Werkstückantriebe eine gemeinsame parallel bzw. koaxial zur Schwenkachse k angeordnete, translatorische Hubachse w aufweisen, in deren Richtung sie verschiebbar gelagert und angetrieben sind. Somit wird die gemeinsame Bewegung der beiden Werkstückantriebe betreffend eine schnelle und ausreichend genaue Einstellung gewährleistet.

Insbesondere bei der Nachbearbeitung der Werkstücke gewährleistet die unabhängige Bewegung einen optimalen und effizienten Bearbeitungsprozess. Die Hub- und Senkbewegung in Richtung der Hubachse w dient dabei neben einer Positionierung im Bereich der Bearbeitungsstation bzw. im Bereich des Werkzeugwechslers zudem der Generierung der gewünschten Anlagekraft beim Bearbeitungsprozess.

Vorteilhaft ist es auch, dass zwei Werkstückwechsler vorgesehen sind und der jeweilige Werkstückwechsler um eine rechtwinklig zur Hubachse w angeordnete Schwenkachse s zwischen einer Position $W1$ unterhalb des Werkstückantriebs und mindestens einer Position $W2$ oberhalb des Werkstückvorrats verschwenkbar und in Richtung einer parallel zur Hubachse w angeordneten, vertikalen Senkachse $n1, n2$ translatorisch angetrieben und bewegbar ist und durch den Werkstückwechsler das Werkstück zwischen einer Position unterhalb des Werkstückantriebs und einer Position oberhalb des Werkstückvorrats transportierbar und dabei um 180° verschwenkbar ist. Durch die so ausgebildete Schwenkachse s wird das jeweilige Werkstück ausgehend von seiner Position auf dem Förderband um 180° gedreht, d. h. seine auf dem Förderband nach unten ausgerichtete Unterseite ist nach dem Verschwenken nach oben ausgerichtet, sodass der Werkstückantrieb dort angreifen kann. Die translatorische Bewegung in Richtung der Senkachse $n1, n2$ gewährleistet dabei neben der durch die Schwenkachse s gewährleisteten Ausrichtung der Winkellage nach eine entsprechende Ausrichtung der Höhe nach zwecks Übergabe des jeweiligen Werkstücks an den Werkstückantrieb bzw. Aufnahme vom Transportband. Sowohl die Senk- als auch die Schwenkbewegung um die Achse s erfolgen dabei vorzugsweise für jeden Werkstückwechsler.

Dabei ist auch vorgesehen, dass die Arbeitsstation als Polierstation ausgebildet ist und mindestens zwei angetriebene Polierteller aufweist, die jeweils um eine Polierachse p1, p2 drehbar gelagert und in Richtung einer parallel bzw. koaxial zur Polierachse p1, p2 angeordneten translatorischen Teleskopachse z1, z2 geführt sind. Die Polierteller sind dabei derart angeordnet, dass jeweils ein Werkstückantrieb über einem der Polierteller platzierbar ist. Beide Werkstücke können dann gleichzeitig und unabhängig voneinander bearbeitet werden, da über den jeweiligen Werkstückantrieb die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück einerseits und über den Teleskopantrieb die jeweilige Anlagekraft andererseits einstellbar ist. Da insbesondere beim Bearbeiten bzw. Polieren von Linsen mit Gleitsichtflächen mit Polierwerkzeugen gearbeitet werden muss, die kleiner sind als die zu bearbeitende Linse selbst, sind die oben genannte Bewegungsachse, also die jeweilige Rotationsachse c1, c2, die beiden Schwenkachsen b1, b2, die beiden Verschiebeachsen x1, x2 sowie die beiden Polierachsen p1, p2 und die beiden Teleskopachsen z1, z2 zur Gewährleistung der gewünschten individuellen, lokalen Materialabtragung von Vorteil. Dabei bildet das Werkstück mit Bezug auf die Teleskopachsen z1, z2 den axialen Anschlag für das teleskopierbare Werkzeug bzw. den Polierteller. Somit kann die jeweilige Anlagekraft, die Winkellage zwischen dem Polierteller und dem Werkstück, die erforderliche Relativgeschwindigkeit zwischen dem Polierteller und dem Werkstück sowie der seitliche Versatz zwischen dem Polierteller und dem Werkstück zwecks Bearbeitung der gesamten Linsenfläche eingestellt werden.

Von Bedeutung für die vorliegende Erfindung ist, dass der jeweilige Polierteller über einen um die Polierachse p1, p2 drehbaren und parallel zur Polierachse p1, p2 verschiebba-

ren, luftunterstützten Teleskopantrieb angetrieben ist, wobei der Polierteller zwecks Rotation über einen Faltenbalg und ein Kardangelenk mit dem Teleskopantrieb bzw. der Polierwelle antreibbar verbunden ist. Die Verschwenkbewegung des Poliertellers ist somit über das Kardangelenk geführt und angetrieben. Das Kardangelenk bzw. die jeweilige Schwenkachse ist dabei mit minimalem axialen Abstand zum Polierteller angeordnet, damit eine möglichst Versatzfreie Umlenkung gewährleistet ist. Die translatorische, koaxiale Bewegung wird durch die zylinderförmige Translationsachse geführt und pneumatisch angetrieben. Die Verwendung eines Teleskopantriebs bzw. der Teleskopachsen z1, z2 für den Polierteller gewährleistet die Einstellung der gewünschten Anlagekraft zwischen dem Polierteller und dem Werkstück. Dabei ist die Translationsachse bzw. die Teleskopführung reibungsarm ausgebildet, sodass auch bei geringer Anlagekraft bzw. geringem Anlagedruck eine maximale Bearbeitungs- bzw. Alternierungsfrequenz der Teleskopführung gewährleistet ist. Insbesondere bei der Bearbeitung von prismatischen Flächen oder Freiformflächen ist somit die Anpassung bzw. der Ausgleich der sich aufgrund der Rotation ergebenden Höhendifferenz der Linse möglich. Neben der Elastizität des Polierwerkzeugs bzw. der Polierauflage stellt der luftunterstützte Teleskopantrieb eine Antriebseinheit dar, mit der insbesondere die jeweilige axiale Positionierung des Werkzeugs zum Werkstück sowie die Anlagekraft des Werkzeugs am Werkstück geregelt werden kann. Der Faltenbalg ist dabei elastisch ausgebildet und weist eine dämpfende Wirkung auf den Drehantrieb bzw. das Werkzeug auf, d. h. ein Teil der in den Faltenbalg eingeleiteten Antriebsbewegung wird in Verformungsenergie des Faltenbalgs umgewandelt und somit dem Antriebssystem entzogen, sodass eventuell anfallende

Störfrequenzen oder Vibrationen geschwächt oder ausgelöscht werden.

Als Alternativlösung ist vorgesehen, dass die Werkstückantriebe jeweils eine parallel zur Rotationsachse c1, c2 angeordnete, translatorische Hubachse aufweisen, in deren Richtung sie verschiebbar gelagert und angetrieben sind, und dass die Verschiebung der Werkstückantriebe in Richtung der jeweiligen Hubachse über eine Kugelrollspindel angetrieben ist. Somit wird erreicht, dass der jeweilige Werkstückantrieb unabhängig von der Aufnahme eines Werkstücks einerseits und bei der Bearbeitung des Werkstücks andererseits der Höhe nach eingestellt bzw. verfahren werden kann. Insbesondere beim Bearbeiten der Werkstücke bzw. Linsen kann somit der unterschiedlichen Geometrie der Linsen sowie der erforderlichen Ausrichtung der Linsen bei der Bearbeitung Rechnung getragen werden. Auch der Antrieb dieses Hublagers gewährleistet die erforderlichen Bearbeitungs- bzw. Anlagekräfte für beide Linsen getrennt.

Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ausbildung und Anordnung ist es von Vorteil, dass die Teleskopantriebe der Polierteller einen gemeinsamen Motor aufweisen und über ein Zugmittel wie einen Poly-V-Riemen mit diesem verbunden sind. Der Einsatz eines Poly-V-Riemens für den Antrieb beider Polierteller gewährleistet zum einen eine einfache und günstige sowie eine sehr schwingungsarme und geräuscharme Antriebsvariante. Die individuell für die beiden Linsen einzustellenden Drehzahlverhältnisse zwischen dem Polierteller und dem Werkstück werden dabei über den Werkstückantrieb gewährleistet.

Vorteilhaft ist es ferner, dass den Poliertellern je ein Werkzeugwechsler oder ein gemeinsamer Werkzeugwechsler für

beide Polierwerkzeuge zugeordnet ist, der mindestens ein Werkzeugmagazin für Polierwerkzeug aufweist. Mit Rücksicht auf die verschiedenen zur Bearbeitung bzw. zum Polieren anstehenden Linsen bzw. Linsenpaare dient das Werkzeugmagazin der Anpassung der Polierstation an die verschiedenen Flächenradien der Linsen bzw. Poliervarianten. Der Einsatz von zwei getrennten Werkzeugwechslern, also für jeden Polierteller einen eigenen Werkzeugwechsler, gewährleistet insofern eine umfassende Unabhängigkeit der beiden Polierteller. Der Einsatz eines gemeinsamen Werkzeugwechslers für beide Polierteller ist einfacher und effektiver. Sollte nur eine Linse bearbeitet werden, so ist für den inaktiven Werkstückantrieb und die inaktive Poliereinheit eine Parkstellung vorgesehen. Der inaktive Werkstückantrieb wird in dieser Parkstellung seine individuellen Achsen betreffend nicht angetrieben und relativ zum aktiven Werkstückantrieb mit ausreichendem Abstand positioniert, damit dem aktiven Werkzeugantrieb ein maximaler Aktionsradius zukommt. Die inaktive Polierstation wird nicht mit Poliermittel versorgt. Eine Anlage des Poliertellers an die inaktive Werkzeugspindel wird dabei verhindert.

Außerdem ist es vorteilhaft, dass der Werkzeugwechsler in Richtung einer translatorischen Transportachse t_1 , t_2 und in Richtung einer rechtwinklig dazu angeordneten translatorischen Austauschachse a_1 , a_2 angetrieben und bewegbar ist. Somit kann für den Werkzeugwechsel zum einen der Höhenunterschied zwischen dem Werkzeugmagazin und dem Polierteller einerseits sowie der seitliche Versatz zwischen dem Werkzeugmagazin und dem Polierteller andererseits ausgeglichen werden.

Ferner ist es vorteilhaft, dass das Werkzeugmagazin als drehbare Trommel ausgebildet ist, wobei der Trommel ein

Flüssigkeitsbehälter zugeordnet ist, über den zumindest ein Teil des Werkzeugs, ein ganzes oder mehrere Werkzeuge durch Drehen der Trommel mit Flüssigkeit benetzbar sind. Der Einsatz eines Flüssigkeitsbehälters, in den die verschiedenen in der Trommel aufgenommenen Werkzeuge durch Drehen der Trommel zumindest teilweise eingetaucht werden können, gewährleistet einen einfachen und sauberen Benetzungsvorgang und somit gleichbleibende Bearbeitungsvoraussetzungen. Das Werkzeugmagazin ist dabei lösbar angeordnet, sodass dieses zum Abschalten der Bearbeitungsmaschine zwecks Benetzung der Werkzeuge getrennt in einem Flüssigkeitsbehälter deponiert werden kann. Dabei ist eine Verdrehsicherung vorgesehen, die die Bestimmtheit der Einbaulage gewährleistet.

Dabei ist es von Vorteil, dass das Werkzeugmagazin einen Schnellverschluss zum Festsetzen auf der Drehachse und eine die relative Lage innerhalb der Maschine bestimmende Sicherung aufweist. Damit kann das Werkzeugmagazin bzw. die Trommel nach dem Abschalten der Maschine entnommen und extern in einem Flüssigkeitsbehälter gelagert werden. Daneben kann der in der Maschine vorgesehene Flüssigkeitsbehälter gereinigt bzw. gewartet werden. Durch den Schnellverschluss ist ein zügiger Austausch möglich. Die Sicherung ist dabei vorzugsweise als Verdrehsicherung ausgebildet, wobei neben der relativen Lage auf der Drehachse auch eine bestimmte Zuordnung zu der jeweiligen Drehachse gewährleistet ist. Daneben ist eine Erkennung bzw. Zuordnung der Position des jeweiligen Werkzeugs in der jeweiligen Trommel wie z. B. eine Nummerierung vorgesehen.

Vorteilhaft ist es auch, dass eine Waschstation mit mindestens zwei Waschplätzen vorgesehen ist, die in eine Position S unterhalb des Werkstückantriebs bringbar ist, und dass die Waschstation in Richtung einer Hebeachse h translatio-

risch bewegbar ist. Somit kann in der verschwenkten Position W2 des Werkstückwechslers, in der er sich oberhalb des Transportbandes befindet, das Werkstück über den Werkstückantrieb zur Waschstation transportiert werden. Gleichzeitig können die Werkstücke unmittelbar nach dem Waschen sofort nach dem Verschwenken des Werkzeugwechslers in seine Position W1 unterhalb der Werkstückantriebe übergeben werden, nachdem die Waschstation abgesenkt ist.

Vorteilhaft ist es hierzu auch, dass die Werkstückspindel mit einem die erste Schwenkachse b1, b2 aufweisenden Schwenkmotor verbunden ist, wobei der Schwenkmotor über einen die Verschiebeachse x1, x2 aufweisenden Translationschlitten auf einer gemeinsamen, die Drehachse k aufweisenden Schwenkeinheit bzw. Schwenktisch angeordnet ist, die um die Drehachse k zwischen einer Position A1 im Bereich des Werkstückwechslers und einer Position A2 im Bereich der Bearbeitungsstation schwenkbar ist. Hierdurch wird erreicht, dass unter Ausnutzung der vorgenannten Achsen in Zusammenhang mit den für die Achsen einsetzbaren Antrieben wie Kugelrollspindel-Antriebe die erforderliche Bewegungsvielfalt der Werkstückantriebe gewährleistet ist. Daneben ist ein einfacher paralleler Einsatz eines zweiten Werkstückantriebs möglich, sodass die Bearbeitungszeit für ein Linsenpaar in etwa im Bereich der Bearbeitungszeit einer Linse unter Einsatz eines Roboterarms ist. Hierbei ist zu beachten, dass Linsen im Wesentlichen paarweise gefertigt werden, sodass aufgrund des Einsatzes von zwei Werkstückantrieben und zwei Bearbeitungsstationen die Logistik, also der An- und Abtransport der Linsen sowie der Bearbeitungszyklus bezüglich der Linsen erheblich vereinfacht wird. Die beiden Werkstückantriebe besitzen dabei jeweils eine Spindel-Rotationsachse, die eine gesteuerte Rotation der Werkstücke gewährleistet. Die jeweilige Spindel bzw. der

jeweilige Werkstückantrieb kann über die erste Schwenkachse b_1 , b_2 in einer Pendelbewegung verschwenkt werden. Diese Pendelbewegung wird durch einen Schwenkmotor gewährleistet. Der Verschwenkmotor ist dabei zusammen mit dem jeweiligen Werkstückantrieb auf einem Translationsschlitten translatorisch verfahrbar angeordnet. Der Translationsschlitten bewegt sich dabei in Richtung der Translationsachse und wird für jeden Werkstückantrieb bzw. jeden Schwenkmotor getrennt angesteuert und angetrieben. Die beiden so gebildeten Werkstückantriebe inklusive der Schwenkmotoren und der Translationsschlitten sind gemeinsam auf einer als Schwenkplatte ausgebildeten Schwenkeinheit angeordnet und werden über diese Schwenkplatte um die Drehachse k verschwenkt und wahlweise in paralleler Richtung der Hubachse w angehoben bzw. abgesenkt. Die Verschwenkbewegung um die Drehachse k dient dabei der Positionierung der beiden Werkstückantriebe im Bereich der Bearbeitungsstation einerseits und im Bereich des Werkstückwechslers bzw. des Werkstückvorrats andererseits. Die Hub- und Senkbewegung in Richtung der Hubachse w dient dabei einer Positionierung im Bereich der Bearbeitungsstation bzw. im Bereich des Werkzeugwechslers oder der Waschstation. Die so gewährleistete Unabhängigkeit des Bearbeitungs- bzw. Poliervorgangs wird zwecks Optimierung der Bauraumverhältnisse, insbesondere die Translationsachsen und die Schwenkachsen b_1 , b_2 betreffend abgeglichen. Beide Werkstückantriebe sind relativ nah beieinander angeordnet, sodass eine völlig unabhängige Bewegung im Bereich der vorgenannten Achsen nicht vorgesehen ist. Der Bearbeitungsvorgang wird derart abgeglichen, dass eine Kollision der beiden Werkstückantriebe bzw. Werkstückspindeln verhindert wird.

Dabei ist es von Vorteil, dass der jeweilige Translationsschlitten über eine Kugelrollspindel in Richtung der

Translationsachse bewegbar ist und die Kugelrollspindel über einen Zahnriemen angetrieben ist, wobei beide Translationsschlitten eine gemeinsame oder eine getrennte Schienenführung aufweisen. Zur Gewährleistung eines optimalen Polierprozesses ist es notwendig, dass die Position des Werkstücks mit Bezug zur Translationsachse bekannt ist. Die gemeinsame Schienenführung gewährleistet optimale Bauraumverhältnisse.

Außerdem ist es vorteilhaft, dass der Spindelantrieb als stufenloser Direktantrieb mit einer digitalen oder analogen Ansteuerung ausgebildet ist. Somit kann die Winkelstellung des Werkstücks mit Bezug zur Rotationsachse c_1 , c_2 einfach und schnell geregelt werden. Neben der Steuerung der Rotationsachse c_1 , c_2 für den Polierprozess als solchen ist damit die relative Lage der Linse mit Bezug zur Rotationsachse c_1 , c_2 von Anfang bis Ende des Bearbeitungsprozesses bekannt. Die Linse kann damit in der gewünschten Winkellage an das Transportband bzw. den Linsenvorrat übergeben werden. Vorteilhaft ist es auch, dass die Schwenkeinheit über einen Schwenkarm mit einem Hubzylinder drehbar um die Drehachse angetrieben ist. Da die Schwenkeinheit in der hier erfindungsgemäß dargestellten Achsenkombination lediglich zwischen zwei Positionen hin- und hergeschwenkt werden muss, kann der Antrieb für die Schwenkeinheit in der Art eines translatorischen Hubzylinders sehr einfach ausgestaltet sein. Insbesondere weil es sich hier lediglich um eine Verschwenkung um 90° handelt, ist der Einsatz eines solchen Hubzylinders ohne aufwendige Getriebe möglich.

Während des Bearbeitungsablaufs der Bearbeitungsmaschine ist es vorteilhaft, dass zumindest die Hubbewegung in Richtung der Hubachse w und die Verschwenkbewegung um die Drehachse k für beide Werkzeugantriebe gemeinsam erfolgt. Damit

ist ein maximaler Anteil der notwendigen Bewegungsachsen für beide Werkstückantriebe gekoppelt und insoweit der Bewegungsablauf erheblich vereinfacht.

Vorteilhaft ist es auch, dass der jeweils individuelle Bewegungsablauf der beiden Schwenkachsen b1, b2 und der beiden Verschiebeachsen x1, x2 beim Bearbeiten der Linsen zur Vermeidung einer Kollision der Spindeln 4.1, 4.1' abgestimmt wird. Die beiden Werkstückantriebe sind gemeinsam auf einer Schwenkplatte angeordnet, wobei jeweils ein Translationsschlitten vorgesehen ist. Da die Größe der Schwenkplatte auf ein Minimum reduziert ist, ist eine maximale Bewegungsfreiheit der Werkstückantriebe unabhängig voneinander nicht möglich. Die Abstimmung der Achsen gewährleistet die insoweit individuelle Bearbeitung beider Werkstücke.

Daneben ist es vorteilhaft, dass das Werkzeugmagazin zum Entnehmen aus der Bearbeitungsmaschine gelöst und zum Benetzen extern in Flüssigkeit gelagert wird und das Werkzeugmagazin mit Bezug zur relativen Lage bestimmt in der Maschine eingesetzt und befestigt wird. Somit ist ein Abstellen der Bearbeitungsmaschine jederzeit möglich, ohne dass die Gefahr des Eintrocknens der Werkzeuge besteht.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung der Poliermaschine mit Werkstückantrieb, Poliereinheit und Werkstückwechsler;

Figur 2 die Poliermaschine gemäß Figur 1 mit angehobener Waschstation;

Figur 3 die Bearbeitungsmaschine gemäß Figur 1 mit dem Werkstückantrieb in der Position oberhalb der Polierstation und Werkzeugwechsler in der Wechsellposition.

Eine in Figur 1 dargestellte, als Poliermaschine 1 ausgebildete Bearbeitungsmaschine weist ein Transportband 3 für optische Linsen bzw. Werkstückkisten 3.1 - 3.1'' auf, über das die Transportkisten 3.1 - 3.1'' an ein Werkstückwechslerpaar 2.1, 2.1' der Poliermaschine 1 herangeführt werden. Der jeweilige Werkstückwechsler 2.1, 2.1' ist dabei als Schwenkarm ausgebildet, der um eine Schwenkachse s um 180° verschwenkbar ist. Am freien Ende des jeweiligen Schwenkarms 2.1, 2.1' ist ein Saugnapf 2.2, 2.2' zur Aufnahme eines Werkstücks bzw. der Linse vorgesehen. Der Saugnapf 2.2, 2.2' ist dabei über nicht dargestellte Pneumatikleitungen mit einem nicht dargestellten Unterdruckbehälter bzw. einer Pumpe verbunden. Zwecks Aufnahme der Linsen bzw. Übergabe der Linsen weist der Werkstückwechsler 2.1, 2.1' zudem eine in Richtung einer jeweiligen Senkachse n1, n2 verschiebbare, nicht weiter dargestellte Linearführung auf, über die beide Schwenkarme 2.1, 2.1' im Wesentlichen in vertikaler Richtung, senkrecht zur Schwenkachse s bewegt werden können. Zur Aufnahme eines Linsenpaares, ausgehend von der Position P1 gemäß Figur 1, werden die beiden Schwenkarme 2.1, 2.1' um 180° in eine nicht dargestellte Position P2 verschwenkt und anschließend ggf. in Richtung der Senkachse n1, n2 gegen die aufzunehmenden Linsen zur Anlage gebracht. Nach Erzeugung des erforderlichen Unterdrucks über den oben genannten, nicht dargestellten Unterdruckbehälter bzw. etwaiger Pneumatikventile werden die beiden Schwenkarme 2.1, 2.1' um 180° in ihre dargestellte Ausgangsposition W1 verschwenkt, sodass die dann aufgenommenen Linsen an ihrem einseitig angebrachten, nicht weiter

dargestellten Blockstück durch einen Werkstückantrieb 4a, 4b greifbar sind.

Das Transportband 3 sowie die Werkstückwechsler 2.1, 2.1' befinden sich dabei im Bereich einer Seitenwand 1.1 der Poliermaschine 1. Die Poliermaschine 1 wird dabei von vier Seitenwänden begrenzt, von denen eine Stirnwand 1.2 den vorderen Abschluss gemäß Figur 1 bildet.

Innerhalb der Poliermaschine 1 ist im Bereich dieser vorderen Stirnwand 1.2 eine Polierstation 5 vorgesehen. In etwa der Mitte der Poliermaschine 1 sind zwei Werkstückantriebe 4a, 4b vorgesehen, die über eine gemeinsame, als Schwenkplatte 4.5 ausgebildete Schwenkeinheit mit einer gemeinsamen Schwenksäule 4.6 innerhalb der Poliermaschine gelagert sind. Daneben ist im Bereich der Seitenwand 1.1, unterhalb des Werkstückwechslers 2.1, 2.1' eine Waschstation 7 vorgesehen, die über einen nicht weiter dargestellten Antrieb in Richtung einer Hebeachse h vertikal bewegbar und positionierbar ist.

Die Schwenkplatte 4.5 mit den beiden Werkstückantrieben 4a, 4b ist dabei über die Schwenksäule 4.6 ausgehend von der Position A1 der Werkstückantriebe 4a, 4b im Bereich des Werkzeugwechslers 2.1, 2.1' um 90° in eine Position A2 gemäß Figur 3 verschwenkbar. In dieser Position A2 befinden sich die beiden Werkstückantriebe 4a, 4b unmittelbar oberhalb der Polierstation 5. Diese Verschwenkbewegung erfolgt um eine Drehachse k, wobei die Schwenksäule 4.6 bzw. die Schwenkplatte 4.5 zusätzlich parallel zur Drehachse k in Richtung einer Hubachse w vertikal bewegbar und positionierbar ist.

Auf der Schwenkplatte 4.5 befinden sich zwei Translationschlitten 4.4, 4.4' für den jeweiligen Werkstückan-

trieb 4a, 4b. Der jeweilige Translationsschlitten 4.4, 4.4' wird dabei über eine nicht dargestellte Kugelrollspindel in Richtung einer Verschiebeachse x1, x2 translatorisch bewegt bzw. positioniert. Diese translatorische Bewegung erfolgt dabei für beide Translationsschlitten 4.4, 4.4' getrennt und unabhängig.

Auf dem jeweiligen Translationsschlitten 4.4, 4.4' befindet sich ein Schwenkmotor 4.3, 4.3', an dem ein gekröpfter Schwenkarm 4.7, 4.7' schwenkbar angeordnet ist. Der Schwenkmotor 4.3, 4.3' weist dabei eine senkrecht zur Verschiebeachse x1, x2 angeordnete Schwenkachse b1, b2 auf, sodass der Schwenkarm 4.7, 4.7' und damit der daran angeordnete Werkstückantrieb 4a, 4b in eine Pendelbewegung um eben diese Schwenkachse b1, b2 versetzt werden kann.

Am freien Ende der Schwenkarme 4.7, 4.7' ist der jeweilige Werkstückantrieb 4a, 4b mit einer jeweiligen um eine Rotationsachse c1, c2 drehbaren Werkstückspindel 4.1, 4.1' angeordnet. Die Werkstückspindel 4.1, 4.1' weist dabei ein nicht dargestelltes Spannfutter für das Werkstück bzw. für ein Blockstück einer Linse auf. Die Rotationsachse c1, c2 ist dabei unter Vernachlässigung der Schwenkbewegung um die jeweilige Schwenkachse b1, b2 in der Ausgangsposition im Wesentlichen vertikal, rechtwinklig zur jeweiligen Verschiebeachse x1, x2 angeordnet.

Die Senkachse n1, n2 des Werkstückwechslers 2.1, 2.1' sowie die Hubachse w der Werkstückantriebe 4a, 4b sind parallel angeordnet, sodass zwecks Übergabe der Linsen bzw. des Werkstücks eine kombinierte und damit sehr schnelle Bewegung in Richtung der jeweiligen Achsen möglich ist.

Nach Übergabe der Linsen werden die beiden Werkstückantriebe 4a, 4b über die Schwenksäule 4.6 gemeinsam in die Posi-

tion A1 oberhalb der Polierstation 5 gemäß Figur 3 verschwenkt.

Die Polierstation 5 weist zwei Poliereinheiten mit jeweils einem Polierteller 5a, 5b auf. Der jeweilige Polierteller 5a, 5b ist dabei um eine Polierachse p1, p2 drehbar und über einen nicht weiter dargestellten Teleskopantrieb koaxial zu den Polierachsen p1, p2 in Richtung einer jeweiligen Teleskopachse z1, z2 luftunterstützt teleskopierbar und damit gegen das Werkstück zur Anlage bringbar. Zur Abdichtung des jeweiligen Poliertellers 5.1, 5.1' und dem damit erforderlichen Ausgleich der Polierbewegung bzw. Teleskopierbewegung weist die jeweilige Poliereinheit 5a, 5b einen Faltenbalg 5.2, 5.2' auf. Der Faltenbalg 5.2, 5.2' besitzt am oberen Ende eine Öffnung zur Aufnahme des jeweiligen Werkstückantriebs 4a, 4b, der nach dem Eintauchen in die jeweilige Poliereinheit 5a, 5b mit dem Faltenbalg 5.2, 5.2' dichtend abschließt. Während des Poliervorgangs kann die Anlagekraft des Poliertellers 5a, 5b in Richtung der jeweiligen Teleskopachse z1, z2 angehoben bzw. gesenkt werden, um damit den Polierprozess zu steuern. Zum anderen kann der jeweilige Werkstückantrieb 4a, 4b bzw. die jeweilige Werkzeugspindel 4.1, 4.1' über den Schwenkmotor 4.3, 4.3' um die jeweilige Schwenkachse b1, b2 verschwenkt werden. Damit ist die Einstellung der Winkellage zwischen dem Polierteller 5a, 5b mit dem jeweiligen Werkzeug 5.1, 5.1' und dem Werkstück einstellbar. Zusätzlich kann der jeweilige Werkstückantrieb 4a, 4b über den jeweiligen Translationsschlitten 4.4, 4.4' in Richtung der Verschiebeachse x1, x2 in seitliche Richtung zum jeweiligen Polierteller 5a, 5b bewegt werden. Dabei ist zu beachten, dass ausgehend von Figur 1 alle Achsen des Werkstückantriebs 4a, 4b, also die Rotationsachse c1, c2, die Schwenkachse b1, b2 und die Verschiebeachse x1, x2 um 90° um die Drehachse k gedreht sind.

Der Polierstation 5 bzw. der jeweiligen Poliereinheit 5a, 5b ist dabei jeweils ein Werkzeugwechsler 6a, 6b zugeordnet. Der Werkzeugwechsler 6a, 6b ist zum einen in Richtung einer Transportachse t1 im Wesentlichen translatorisch horizontal beweg- und positionierbar und zusätzlich über eine Austauschachse a1, a2 translatorisch, im Wesentlichen vertikal verschieb- und positionierbar. Am jeweiligen freien Ende des Werkzeugwchslers 6a, 6b ist ein Werkzeuggreifer 6.2, 6.2' vorgesehen, der das Festhalten bzw. Loslassen des jeweiligen Werkzeugs 5.1, 5.1' gewährleistet.

Gemäß Ausführungsbeispiel 1 ist ein gemeinsamer Werkzeugwechsler 6 für beide Polierteller 5a, 5b vorgesehen, der über eine gemeinsame Transportachse t1 und eine gemeinsame Austauschachse a1 beweg- und positionierbar ist und am jeweiligen freien Ende für jeden Polierteller 5a, 5b einen Werkzeuggreifer 6.2, 6.2' aufweist. Gemäß Ausführungsbeispiel in Figur 3 ist für jeden Polierteller 5a, 5b ein eigener Werkzeugwechsler 6a, 6b vorgesehen, wobei beide Werkzeugwechsler 6a, 6b unabhängig voneinander jeweils in Richtung der Transportachse t1, t2 und in Richtung der Austauschachse a1, a2 beweg- und positionierbar sind. Der Werkzeuggreifer 6.2 befindet sich unmittelbar an einer Werkzeugtrommel 6.1 während der Werkzeuggreifer 6.2' unmittelbar oberhalb des Poliertellers 5.1' angeordnet ist.

Dem jeweiligen Werkzeuggreifer 6.2, 6.2' ist in beiden Ausführungsbeispielen ein Werkzeugmagazin bzw. eine Werkzeugtrommel 6.1, 6.1' zugeordnet, die über ihren Umfang verteilt mehrere Werkzeuge 5.1, 5.1' bevorratet. Die jeweilige Werkzeugtrommel 6.1, 6.1' ist dabei drehbar angeordnet und taucht mit ihrem nicht weiter dargestellten, unteren Ende in einen nicht weiter dargestellten Flüssigkeitsbehälter ein. Durch Rotieren der jeweiligen Werkzeugtrom-

mel 6.1, 6.1' werden somit die in der Werkzeugtrommel 6.1, 6.1' enthaltenen Werkzeuge dem Bedarf nach benutzt.

Nach dem Polieren der Linsen verschwenkt die Schwenksäule 4.6 mit den beiden Werkstückantrieben 4a, 4b in die Ausgangsposition A1 gemäß Figur 1 und 2. Gemäß Figur 2 befindet sich der Werkzeugwechsler 2.1, 2.1' in seiner Position W2 unmittelbar oberhalb des Transportbandes 3. Zum Waschen der Linsen ist die Waschstation 7 ausgehend von ihrer abgesenkten Position S nach oben in Richtung der Hebeachse h verfahren, sodass die Linsen über die Werkstückantriebe 4a, 4b und die Hubachse w in Kombination mit der Hebebewegung in Richtung der Hebeachse h in die Waschstation 7 eingebracht werden können. In der Waschstation 7 werden die Linsen abgespritzt und anschließend über den Werkstückantrieb 4a, 4b zum Trocknen geschleudert.

Nach dem Waschen verfährt die Waschstation 7 in ihre untere Ausgangsposition S gemäß Figur 1, während der Werkstückwechsler 2.1, 2.1' ebenfalls um 180° in seine Aufnahme position W1 gemäß Figur 1 verschwenkt, zwecks Entnahme der bearbeiteten Linsen in Richtung seiner Senkachse n1, n2 verfährt und anschließend die bearbeiteten Linsen über die beiden Saugnäpfe 2.2, 2.2' aufnimmt und an das Transportband 3 abgibt.

Bezugszeichenliste

- 1 Bearbeitungsmaschine, Poliermaschine
- 1.1 Seitenwand
- 1.2 Stirnwand
- 2.1 Werkstückwechsler, Schwenkarm
- 2.1' Werkstückwechsler, Schwenkarm
- 2.2 Saugnapf
- 2.2' Saugnapf
- 3 Werkstückvorrat, Transportband
- 3.1 Transportkiste mit Werkstück
- 3.1' Transportkiste mit Werkstück
- 3.1'' Transportkiste mit Werkstück
- 4a Werkstückantrieb, Transportaufnahme
- 4b Werkstückantrieb, Transportaufnahme
- 4.1 Werkzeugspindel
- 4.1' Werkzeugspindel
- 4.3 Schwenkmotor
- 4.3' Schwenkmotor
- 4.4 Translationsschlitten
- 4.4' Translationsschlitten
- 4.5 Schwenkplatte, Schwenkeinheit
- 4.6 Schwenksäule
- 4.7 Schwenkarm
- 4.7' Schwenkarm
- 5 Bearbeitungsstation, Polierstation
- 5a Poliereinheit, Polierteller
- 5b Poliereinheit, Polierteller
- 5.1 Werkzeug, Polierteller
- 5.1' Werkzeug, Polierteller
- 5.2 Faltenbalg
- 5.2' Faltenbalg
- 6 Werkzeugwechsler
- 6a Werkzeugwechsler

6b Werkzeugwechsler
6.1 WZ-Magazin, WZ-Trommel
6.1' WZ-Magazin, WZ-Trommel
6.2 Werkzeuggreifer
6.2' Werkzeuggreifer
7 Waschstation
7.1 Waschplatz
7.1' Waschplatz

A1 Position der Schwenkeinheit
A2 Position der Schwenkeinheit
S Position der Waschstation
W1 Position des Werkstückwechslers
W2 Position des Werkstückwechslers
c1 Rotationsachse
c2 Rotationsachse
b1 erste Schwenkachse
b2 erste Schwenkachse
k Drehachse
w Hubachse w
x1 Verschiebeachse
x2 Verschiebeachse
z1 Teleskopachse
z2 Teleskopachse
s Schwenkachse

n1 Senkachse
n2 Senkachse
p1 Polierachse
p2 Polierachse
t1 Transportachse
t2 Transportachse
a1 Austauschachse

a2 Austauschachse
h Hebeachse

Patentansprüche

1. Bearbeitungsmaschine (1) für Linsen mit einem ersten als Transportaufnahme ausgebildeten Werkstückantrieb (4a) mit einer Werkstückspindel (4.1), einem Werkstückwechsler (2.1) zum Werkstücktausch zwischen dem Werkstückantrieb (4a) und einem Werkstückvorrat (3) sowie einer Bearbeitungsstation (5) zum Bearbeiten eines Werkstücks, wobei
 - a) die Werkstückspindel (4.1) des Werkstückantriebs (4a) um eine Rotationsachse (c1) rotierbar ist,
 - b) der Werkstückantrieb (4a) um eine rechtwinklig zur Rotationsachse (c1) angeordnete erste Schwenkachse (b1) schwenkbar ist und
 - c) der Werkstückantrieb (4a) um eine rechtwinklig zur ersten Schwenkachse (b1) angeordnete Drehachse (k) drehbar ist,d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens ein zweiter Werkstückantrieb (4b) vorgesehen ist und
 - d) der zweite Werkstückantrieb (4b) jeweils eine um eine Rotationsachse (c1, c2) drehbare Spindel (4.1, 4.1') aufweist,
 - e) beide Werkstückantriebe (4a, 4b) um eine rechtwinklig zur jeweiligen Rotationsachse (c1, c2) angeordnete erste Schwenkachse (b1, b2) schwenkbar sind,
 - f) beide Werkstückantriebe (4a, 4b) jeweils in Richtung einer rechtwinklig zur ersten Schwenkachse (b1, b2) angeordneten, translatorischen Verschiebeachse (x1, x2)

verschiebbar und translatorisch angetrieben sind,
g) beide Werkstückantriebe (4a, 4b) gemeinsam um die Drehachse (k) drehbar sind.

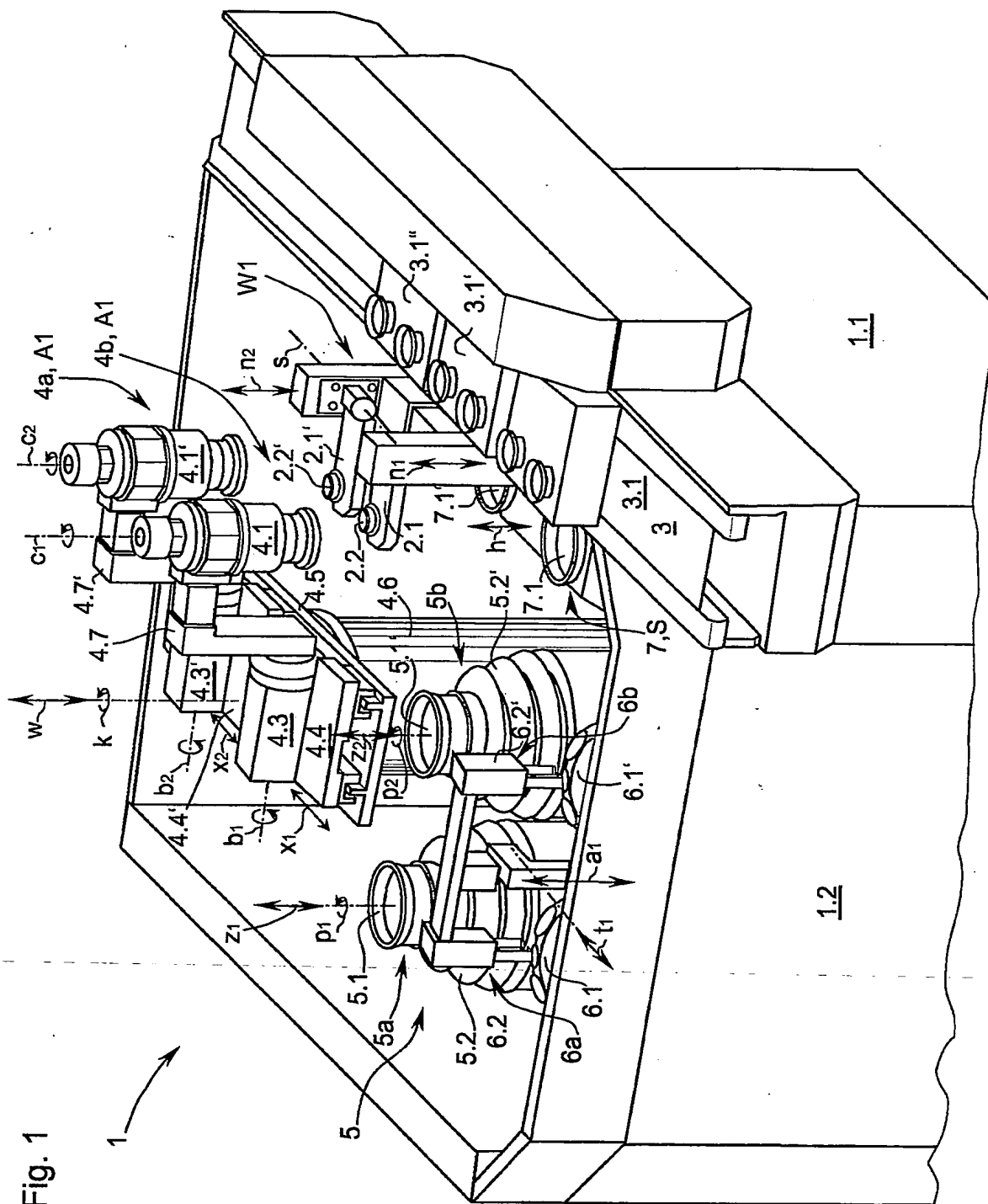
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Werkstückantriebe (4a, 4b) eine gemeinsame parallel zur Schwenkachse (k) angeordnete translatorische Hubachse (w) aufweisen, in deren Richtung sie verschiebbar gelagert und angetrieben sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zwei Werkstückwechsler (2.1, 2.1') vorgesehen sind und der jeweilige der Werkstückwechsler (2.1, 2.1') um eine rechtwinklig zur Hubachse (w) angeordnete Schwenkachse (s) zwischen einer Position W1 unterhalb des Werkstückantriebs (4a, 4b) und mindestens einer Position W2 oberhalb des Werkstückvorrats (3) verschwenkbar und in Richtung einer parallel zur Hubachse (w) angeordneten Senkachse (n1, n2) translatorisch angetrieben und bewegbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass durch den Werkstückwechsler (2.1) das Werkstück zwischen einer Position unterhalb des Werkstückantriebs (4a, 4b) und einer Position oberhalb des Werkstückvorrats (3) transportierbar und dabei um 180 ° verschwenkbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Bearbeitungsstation als Polierstation (5) ausgebildet ist und mindestens zwei Polierteller (5a, 5b) aufweist, die jeweils um eine Polierachse (p1, p2) drehbar und in Richtung einer parallel zur Polierachse (p1, p2) angeordneten, translatorischen Teleskopachse (z1, z2) geführt und angetrieben sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der jeweilige Polierteller (5a, 5b) einen um die Polierachse (p1, p2) drehbaren und in Richtung der Teleskopachse (z1, z2) verschiebbaren, luftunterstützten Teleskopantrieb aufweist, wobei der Polierteller (5a, 5b) über einen Faltenbalg (5.2, 5.2') und ein Kardangelenk mit der Polierachse (p1, p2) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Teleskopantriebe der Polierteller (5a, 5b) einen gemeinsamen Motor aufweisen und über ein Zugmittel wie einen Poly-V-Riemen mit diesem verbunden sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass den Poliertellern (5a, 5b) je ein Werkzeugwechsler (6a, 6b) oder ein gemeinsamer Werkzeugwechsler (6) für Polierwerkzeug zugeordnet ist, der mindestens ein Werkzeugmagazin (6.1) für Polierwerkzeug aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Werkzeugwechsler (6a, 6b) in Richtung einer translatorischen Transportachse (t1, t2) und in Richtung einer rechtwinklig dazu angeordneten, translatorischen Austauschachse (a1, a2) angetrieben und bewegbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Werkzeugmagazin (6.1, 6.1') als drehbare Trommel ausgebildet ist, wobei der Trommel (6.1, 6.1') ein Flüssigkeitsbehälter zugeordnet ist, über den zumindest ein Teil des Werkzeugs durch Drehen der Trommel (6.1, 6.1') mit Flüssigkeit benetzbar ist.
11. Vorrichtung nach einem Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Werkzeugmagazin (6.1, 6.1') einen Schnellverschluss zum Festsetzen auf der jeweiligen Drehachse und eine die relative Lage innerhalb der Maschine bestimmende Sicherung aufweist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Waschstation (7) mit mindestens zwei Waschplätzen (7.1, 7.1') vorgesehen ist, die in eine Position S unterhalb des Werkstückantriebs (4a, 4b) bringbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Waschstation (7) in Richtung einer Hebeachse (h) translatorisch bewegbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstückspindel (4.1, 4.1') mit einem die erste Schwenkachse (b1, b2) aufweisenden Schwenkmotor (4.3, 4.3') verbunden ist, wobei der Schwenkmotor (4.3, 4.3') über einen die Verschiebeachse (x1, x2) aufweisenden Translationsschlitten (4.4, 4.4') auf einer gemeinsamen, die Drehachse (k) aufweisenden Schwenkeinheit (4.5) angeordnet ist, die um die Drehachse (k) zwischen einer Position A1 im Bereich des Werkstückwechslers (2) und einer Position A2 im Bereich der Bearbeitungsstation (5) schwenkbar ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Translationsschlitten (4.4, 4.4') über eine Kugelrollspindel in Richtung der Translationssachse bewegbar ist und die Kugelrollspindel über einen Zahnriemen angetrieben ist, wobei beide Translationsschlitten (4.4, 4.4') eine gemeinsame oder eine getrennte Schienenführung aufweisen.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelantrieb als stufenloser Direktantrieb ausgebildet ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkeinheit als Schwenkplatte (4.5) ausgebildet ist und über einen Schwenkarm mit einem Hubzylinder drehbar um die Drehachse (k) angetrieben ist.

18. Verfahren zum Bedienen einer Bearbeitungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Hubbewegung in Richtung der Hubachse (w) und die Verschwenkbewegung um die Drehachse (k) für beide Werkzeugantriebe (4a, 4b) gemeinsam erfolgt.
19. Verfahren zum Bedienen einer Bearbeitungsmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der jeweils individuelle Bewegungsablauf der beiden Schwenkachsen (b1, b2) und der beiden Verschiebeachsen (x1, x2) beim Bearbeiten der Linsen zur Vermeidung einer Kollision der Spindeln (4.1, 4.1') abgestimmt wird.
20. Verfahren zum Bedienen einer Bearbeitungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass
a) das Werkzeugmagazin (6.1, 6.1') zum Entnehmen aus der Bearbeitungsmaschine (1) gelöst und zum Benetzen extern in Flüssigkeit gelagert wird;
b) das Werkzeugmagazin (6.1, 6.1') mit Bezug zur relativen Lage bestimmt in der Maschine eingesetzt und befestigt wird.



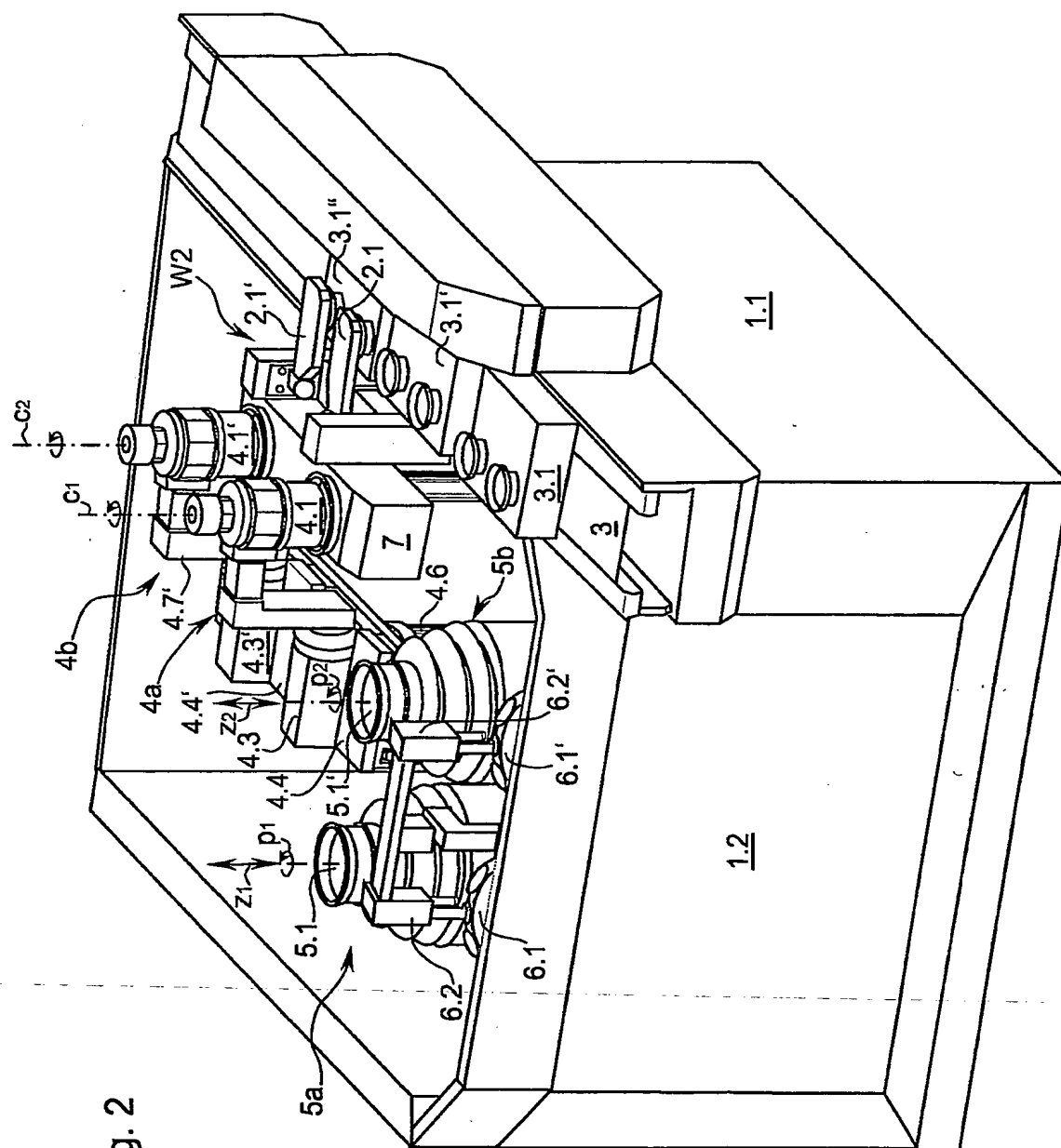


Fig. 2

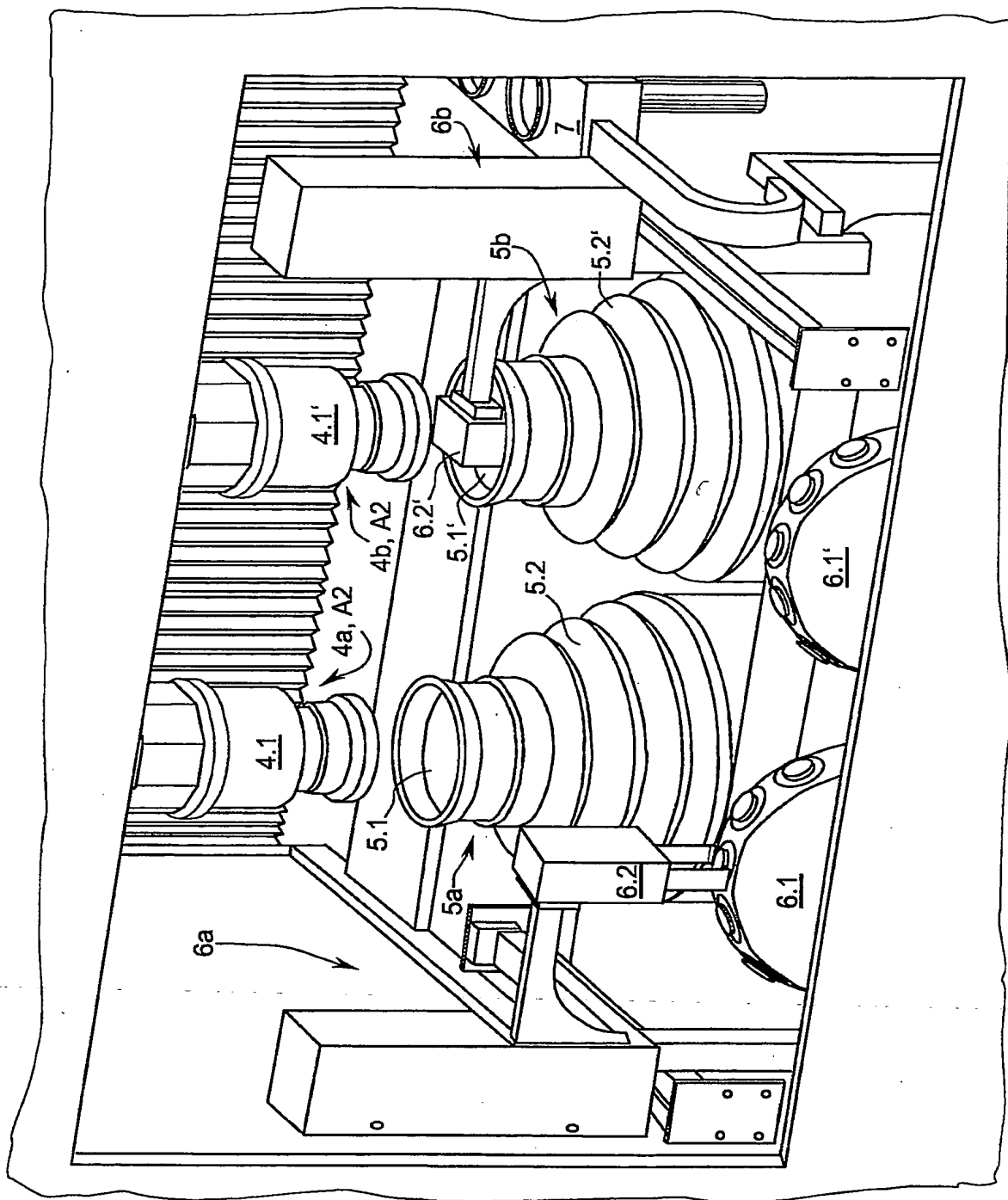


Fig. 3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/051923

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B24B13/00 B24B27/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B24B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 102 48 104 A1 (SCHNEIDER GMBH + CO. KG) 22. Mai 2003 (2003-05-22) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen	1, 18-20
A	DE 198 00 841 A1 (OPTOTECH OPTIKMASCHINEN GMBH, 35435 WETTENBERG, DE; OPTOTECH OPTIKMASC) 22. Juli 1999 (1999-07-22) Abbildung 6	1, 18-20
A	US 2002/006764 A1 (HANISCH MANFRED ET AL) 17. Januar 2002 (2002-01-17) Zusammenfassung; Abbildungen	1, 18-20
A	EP 1 175 962 A (GERBER COBURN OPTICAL, INC) 30. Januar 2002 (2002-01-30) Zusammenfassung; Abbildungen	1, 18-20

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. August 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Garella, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2005/051923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B24B13/00 B24B27/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B24B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102 48 104 A1 (SCHNEIDER GMBH + CO. KG) 22 May 2003 (2003-05-22) cited in the application abstract; figures	1, 18-20
A	DE 198 00 841 A1 (OPTOTECH OPTIKMASCHINEN GMBH, 35435 WETTENBERG, DE; OPTOTECH OPTIKMASC) 22 July 1999 (1999-07-22) figure 6	1, 18-20
A	US 2002/006764 A1 (HANISCH MANFRED ET AL.) 17 January 2002 (2002-01-17) abstract; figures	1, 18-20
A	EP 1 175 962 A (GERBER COBURN OPTICAL, INC) 30 January 2002 (2002-01-30) abstract; figures	1, 18-20

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 August 2005

Date of mailing of the international search report

01/09/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Garella, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/051923

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10248104	A1	22-05-2003	NONE	
DE 19800841	A1	22-07-1999	NONE	
US 2002006764	A1	17-01-2002	DE 10029967 A1	17-01-2002
EP 1175962	A	30-01-2002	US 6478658 B1	12-11-2002
			EP 1175962 A1	30-01-2002
			JP 2002120109 A	23-04-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.